

11.12.03

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年12月11日

06 FEB 2004

WIPO PCT

出願番号
Application Number: 特願2002-359183
[ST. 10/C]: [JP 2002-359183]

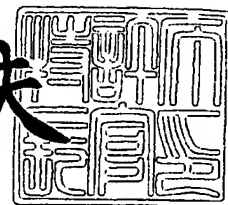
出願人
Applicant(s): 株式会社アドバンテスト

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3112354

【書類名】 特許願

【整理番号】 ATS10822-1

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01R

【発明者】

【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号 株式会社アドバン
テスト内

【氏名】 中原 久晴

【特許出願人】

【識別番号】 390005175

【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

【代表者】 丸山 利雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 045207

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電流レンジ切換装置及び半導体試験装置の電圧印加電流測定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 負荷装置へ所定の電圧を印加して負荷装置へ流れる広範な電流量を測定する電流レンジ切換装置であって、直流電源供給手段と電流レンジ切替手段と電位差測定手段とを備え、

該直流電源供給手段は負荷装置へ所定の直流電源電圧を供給するものであり、
該電流レンジ切替手段は電流の測定レンジに対応した複数 n 個の抵抗と複数 n 個のスイッチ付き電流バッファとを備え、

該複数 n 個の抵抗は電流の測定レンジの切替に対応して何れかが選択的に接続されて該直流電源供給手段と負荷装置との間に流れる電流量に比例した電圧信号に変換するものであり、

該複数 n 個のスイッチ付き電流バッファは該直流電源供給手段の出力端の直流電源電圧を受けて 1 : 1 の電圧増幅で電流バッファして出力するものであり、且つ出力端は電流の測定レンジの切替を行う外部からの制御信号により電氣的に ON/OFF 制御できるものであり、

該電位差測定手段は入力として受ける 2 本の電圧信号の一方が該直流電源供給手段の出力端であり、他方が該抵抗を介して負荷装置へ供給する負荷装置端であり、前記両端の電位差を受けて前記電位差に対応して量子化したコードデータに変換して出力するものであり、

以上を具備することを特徴とする電流レンジ切換装置。

【請求項 2】 負荷装置へ所定の電圧を印加して負荷装置へ流れる広範な電流量を測定する電流レンジ切換装置であって、直流電源供給手段と電流レンジ切替手段と電位差測定手段とを備え、

該直流電源供給手段は負荷装置へ所定の直流電源電圧を供給するものであり、
該電流レンジ切替手段は電流の測定レンジに対応した複数 n 個の抵抗と複数 n 個のスイッチ付き電流バッファと切換スイッチとを備え、

該複数 n 個の抵抗は電流の測定レンジの切替に対応して何れかが選択的に接続

されて該直流電源供給手段と負荷装置との間に流れる電流量に比例した電圧信号に変換するものであり、

該複数 n 個のスイッチ付き電流バッファは該直流電源供給手段の出力端の直流電源電圧を受けて 1 : 1 の電圧増幅で電流バッファして出力するものであり、且つ出力端は電流の測定レンジの切替を行う外部からの制御信号により電氣的に ON/OFF 制御できるものであり、

該切換スイッチは該複数 n 個の第 1 スwitch 付き電流バッファの出力端からの電圧信号を受けて、測定レンジに基づいて選択した選択信号を電位差測定手段へ供給する n 入力 1 出力のアナログセレクトであり、

該電位差測定手段は入力として受ける 2 本の電圧信号の一方が該切換スイッチからの選択信号であり、他方が該抵抗を介して負荷装置へ供給する負荷装置端であり、前記両端の電位差を受けてこれに対応して量子化変換したコードデータを出力するものであり、

以上を具備することを特徴とする電流レンジ切換装置。

【請求項 3】 負荷装置へ所定の電圧を印加して負荷装置へ流れる広範な電流量を測定する電流レンジ切換装置であって、直流電源供給手段と電流レンジ切替手段と電位差測定手段とを備え、

該直流電源供給手段は負荷装置へ所定の直流電源電圧を供給するものであり、

該電流レンジ切替手段は電流の測定レンジに対応した複数 n 個の抵抗と複数 n 個の第 1 スwitch 付き電流バッファと複数 n 個の第 2 スwitch 付き電流バッファとを備え、

該複数 n 個の抵抗は電流の測定レンジの切替に対応して何れかが選択的に接続されて該直流電源供給手段と負荷装置との間に流れる電流量に比例した電圧信号に変換するものであり、

該複数 n 個の第 2 スwitch 付き電流バッファはその出力端同士は接続され、該複数 n 個の第 1 スwitch 付き電流バッファの出力端から複数 n の電圧信号を受けて、電流の測定レンジの切替に基づいて ON/OFF 制御されて選択出力する何れかの該電圧信号を電位差測定手段へ供給するものであり、

該電位差測定手段は入力として受ける 2 本の電圧信号の一方が該複数 n 個の第

2 スイッチ付き電流バッファからの電圧信号であり、他方が該抵抗を介して負荷装置へ供給する負荷装置端であり、前記両端の電位差を受けて前記電位差に対応して量子化変換したコードデータを出力するものであり、

以上を具備することを特徴とする電流レンジ切換装置。

【請求項 4】 負荷装置へ所定の電圧を印加して負荷装置へ流れる広範な電流量を測定する電流レンジ切換装置であって、直流電源供給手段と電流レンジ切替手段と電位差測定手段とを備え、

該直流電源供給手段は負荷装置へ所定の直流電源電圧を供給するものであり、

該電流レンジ切替手段は電流の測定レンジに対応した複数 n 個の抵抗と複数 n 個の演算増幅器と複数 n 個のスイッチ付き電流バッファとを備え、

該複数 n 個の抵抗は電流の測定レンジの切替に対応して何れかが選択的に接続されて該直流電源供給手段と負荷装置との間に流れる電流量に比例した電圧信号に変換するものであり、

該複数 n 個の演算増幅器は正入力端が該直流電源供給手段からの直流電源電圧を受け、負入力端が対応するスイッチ付き電流バッファの出力端から出力される演算増幅出力電圧を受けて、該演算増幅出力電圧が該直流電源電圧と一致するように帰還制御するものであり、

該複数 n 個のスイッチ付き電流バッファは該直流電源供給手段の出力端の直流電源電圧を受けて 1 : 1 の電圧増幅で電流バッファして出力するものであり、且つ出力端は電流の測定レンジの切替を行う外部からの制御信号により電氣的に ON/OFF 制御できるものであり、

該電位差測定手段は入力として受ける 2 本の電圧信号の一方が該直流電源供給手段の出力端であり、他方が該抵抗を介して負荷装置へ供給する負荷装置端であり、前記両端の電位差を受けてこれに対応して量子化変換したコードデータを出力するものであり、

以上を具備することを特徴とする電流レンジ切換装置。

【請求項 5】 該複数 n 個のスイッチ付き電流バッファは、第 1 PNP トランジスタと第 2 PNP トランジスタと第 1 定電流源と第 2 定電流源と第 3 定電流源と制御レベル変換手段と第 3 PNP トランジスタと第 5 PNP トランジスタと

第4 NPNトランジスタと第6 NPNトランジスタと第7 PNPトランジスタと第8 NPNトランジスタとを備え、

該第1 PNPトランジスタと該第2 PNPトランジスタとは電流スイッチとして動作し、前記両エミッタ端は定電流を与える該第3 定電流源に接続されて、外部から入力される差動の差動制御信号に基づいて何れかのトランジスタに電流が切り替わる電流スイッチとして動作するものであり、

該制御レベル変換手段は該第1 PNPトランジスタと該第2 PNPトランジスタのコレクタ端に接続されていて、該電流スイッチ動作に基づいて所定レベルの制御信号である4本の第1オープン信号と第2オープン信号と第3オープン信号と第4オープン信号とを発生するものであり、

該第1 定電流源と該第3 PNPトランジスタとは当該スイッチ付き電流バッファへ入力される入力電圧 S_{in} を受けてベース/エミッタ間の電圧 V_{be} を加算付与した昇電圧信号である第1 ベース電圧を出力して第8 NPNトランジスタのベース端へ供給するものであって、正電源 V_P と第3 PNPトランジスタのエミッタ端との間に第1 定電流源を接続し、第3 PNPトランジスタのコレクタ端は負電源 N_P に接続し、第1 定電流源の定電流は該第1 オープン信号に基づいて電流 OFF の状態に制御できるものであり、

該第2 定電流源と該第4 NPNトランジスタとは当該スイッチ付き電流バッファへ入力される入力電圧 S_{in} を受けてベース/エミッタ間の電圧 V_{be} を減算付与した降電圧信号である第2 ベース電圧を出力して第7 PNPトランジスタのベース端へ供給するものであって、負電源 N_P と第4 NPNトランジスタのエミッタ端との間に第2 定電流源を接続し、第4 NPNトランジスタのコレクタ端は正電源 V_P に接続し、第2 定電流源の定電流は該第2 オープン信号に基づいて電流 OFF の状態に制御できるものであり、

該第5 PNPトランジスタは出力段の一方の第7 PNPトランジスタを強制的に OFF 状態にバイアスするものであって、エミッタ端は正電源 V_P に接続し、コレクタ端は第7 PNPトランジスタのベース端に接続し、ベース端で受ける該第3 オープン信号に基づいて第7 PNPトランジスタのベース端を強制的に OFF 状態にバイアスするものであり、

該第6 NPNトランジスタは出力段の他方の第8 NPNトランジスタを強制的にOFF状態にバイアスするものであって、エミッタ端は負電源NPに接続し、コレクタ端は第8 NPNトランジスタのベース端に接続し、ベース端で受ける該第4 オープン信号に基づいて第8 NPNトランジスタのベース端を強制的にOFF状態にバイアスするものであり、

該第7 PNPトランジスタと該第8 NPNトランジスタとはコンプリメンタリ構成で電流バッファする出力段であり、一方の第7 PNPトランジスタのコレクタ端は負電源NPに接続し、ベース端は該第2 ベース電圧を受け、エミッタ端は第8 NPNトランジスタのエミッタ端に接続され、他方の第8 NPNトランジスタのコレクタ端は正電源VPに接続し、ベース端は該第1 ベース電圧を受け、エミッタ端は第7 PNPトランジスタのエミッタ端に接続されて当該スイッチ付き電流バッファの出力端となり、

以上を具備することを特徴とする請求項1乃至4の何れかに記載の電流レンジ切換装置。

【請求項6】 該直流電源供給手段は、DA変換器と第1抵抗と第2抵抗と第2演算増幅器とを備え、

DA変換器は外部から負荷装置へ印加すべき所定の設定データを受けて、対応する直流の基準電圧を発生し、これを第1抵抗を介して第2演算増幅器の負入力端へ供給するものであり、

第1抵抗と第2抵抗と第2演算増幅器とは帰還制御に基づき所定の電圧を負荷装置へ供給する反転増幅構成であって、該基準電圧を第1抵抗を介して第2演算増幅器の負入力端へ供給し、負荷装置の供給端からの電圧信号を該第2抵抗を介して第2演算増幅器の負入力端へ供給し、前記に基づいて出力端から発生する直流電圧を該電流レンジ切替手段へ供給するものである、ことを特徴とする請求項1乃至4の何れかに記載の電流レンジ切換装置。

【請求項7】 半導体試験装置に適用する電圧印加電流測定装置において、被試験デバイス(DUT)を負荷装置として、請求項1乃至4の何れかに記載の電流レンジ切換装置を備える、ことを特徴とする半導体試験装置の電圧印加電流測定装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

この発明は、アナログ回路の小型化やMCM (Multi Chip Module) 化やIC化が可能な、電流レンジ切換装置及び半導体試験装置の電圧印加電流測定装置に関する。

【0002】**【従来の技術】****【0003】****【特許文献1】**

特開平5-119110号公報 (第1図)

特開平8-54424号公報 (第1図)

特開平10-10162号公報 (第1図)

【0004】

特開平5-119110号公報では、IC試験装置の直流試験に用いられ、設定した定電流又は定電圧を負荷へ供給し、その時負荷に発生する電圧又は負荷に流れる電流を検出する電流検出用抵抗器をその負荷電流レンジに応じて切替えるようにした直流測定器の提供である。

特開平8-54424号公報では、レンジ切り替え回路を無くし、高速化、小型化した電圧印加電流測定装置の提供である。

特開平10-10162号公報では、電流検出回路並びに該回路を用いる電圧印加電流測定回路及び定電流源回路において、電流検出抵抗の切り換えをするリレー防止用のリレーを少なくした電流検出回路の提供である。

【0005】

次に、図1は従来の電圧印加電流測定回路で使用される構成例である。尚、半導体試験装置では多数チャンネル備える必要性がある。

この構成要素は、DA変換器10と、抵抗R_a、R_bと、演算増幅器A1と、電流測定部100と、ケーブル5と、被試験デバイスDUTとを備える。

【0006】

DA変換器10は、外部からDUTへ印加すべき所望の設定データ10dを受けて、対応する直流の基準電圧10sを発生する。これを抵抗Raを介して演算増幅器A1の負入力端へ供給する。

【0007】

演算増幅器A1は、DUTへ正負任意の電圧を供給する電力用の演算増幅器であって、上記基準電圧10sを受け、抵抗Ra、Rbに基づいて、DUT端電圧Vsが所定の一定の直流電圧となるように帰還線路A1sを介して帰還制御している。この出力側電圧Vaは電流測定部100を介してDUTへ印加している。尚、演算増幅器A1の正入力端は回路グランドGNDへ接続している。

【0008】

電流測定部100はDUTの負荷電流を測定する測定部であって、直列に挿入する抵抗の両端に発生する電圧を測定することでDUTへ流れる電流量を特定する。測定範囲は、数 μ Aから数十mAまでの広い電流レンジが要求される。この為、図1(b)に示すように、レンジ切換部110と、電位差測定部150とを備えている。前記レンジ切換部110は、図1(c)に示すように、複数n個の直列抵抗R1~Rnと、スイッチ手段SW1~SWnとを備える。

【0009】

レンジ切換部110内のスイッチ手段SW1~SWnは、MOS型の半導体スイッチ（リードリレーの場合もある）が使用され、外部からの制御信号cnt1~cntnによりON/OFF制御され、レンジ切換時間が数百 μ S~数mS程度かかる。また、駆動電流は10mA前後が必要である。

【0010】

電位差測定部150の内部回路構成の一例としては、図2に示すように直列抵抗R1~Rn両端の電圧Vc、Vdをハイインピーダンで受けて、両端の電位差Vxを量子化変換する構成である。この回路は理解容易であるから、説明を省略する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

上述説明したように電圧印加電流測定回路等に使用される従来技術のレンジ切

換手段によれば、数 μ Aから数十mAまでの広い電流レンジの測定を切り替えるスイッチ手段SW1～SWnがMOS型の半導体スイッチである為に、電圧印加電流測定回路等のアナログ回路全体の小型化やMCM (Multi Chip Module) 化やIC化ができない難点がある。また、レンジ切換時間が数百 μ S～数mS程度かかる難点もある。更に、ON/OFF制御する駆動電流が10mA前後を必要とする難点もある。

そこで、本発明が解決しようとする課題は、アナログ回路の小型化やMCM化やIC化が可能な、電流レンジ切換装置及び半導体試験装置の電圧印加電流測定装置を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

第1の解決手段を示す。ここで第3図は、本発明に係る解決手段を示している。

上記課題を解決するために、負荷装置へ所定の電圧を印加して負荷装置へ流れる広範な電流量を測定する電流レンジ切換装置であって、直流電源供給手段と電流レンジ切替手段と電位差測定手段とを備え、

上記直流電源供給手段は負荷装置へ所定の直流電源電圧を供給するものであり、

上記電流レンジ切替手段は電流の測定レンジに対応した複数n個の抵抗R1～Rnと複数n個のスイッチ付き電流バッファCB1～CBnとを備え、

上記複数n個の抵抗R1～Rnは電流の測定レンジの切替に対応して何れかが選択的に接続されて上記直流電源供給手段と負荷装置との間に流れる電流量に比例した電圧信号に変換するものであり、

上記複数n個のスイッチ付き電流バッファCB1～CBnは上記直流電源供給手段の出力端の直流電源電圧を受けて1:1の電圧増幅で電流バッファして出力するものであり、且つ出力端は電流の測定レンジの切替を行う外部からの制御信号により電氣的にON/OFF制御できるものであり、

上記電位差測定手段は入力として受ける2本の電圧信号の一方が上記直流電源供給手段の出力端Vcであり、他方が上記抵抗を介して負荷装置へ供給する負荷

装置端V dであり、前記両端の電位差を受けて前記電位差に対応して量子化したコードデータに変換して出力するものであり、

以上を具備することを特徴とする電流レンジ切換装置である。

【0013】

次に、第2の解決手段を示す。ここで第4図(a)は、本発明に係る解決手段を示している。

負荷装置へ所定の電圧を印加して負荷装置へ流れる広範な電流量を測定する電流レンジ切換装置であって、直流電源供給手段と電流レンジ切替手段と電位差測定手段とを備え、

上記直流電源供給手段は負荷装置へ所定の直流電源電圧を供給するものであり、

上記電流レンジ切替手段は電流の測定レンジに対応した複数n個の抵抗R 1 ~ R nと複数n個のスイッチ付き電流バッファCB 1 ~ CB nと切換スイッチ20とを備え、

上記複数n個の抵抗R 1 ~ R nは電流の測定レンジの切替に対応して何れかが選択的に接続されて上記直流電源供給手段と負荷装置との間に流れる電流量に比例した電圧信号に変換するものであり、

上記複数n個のスイッチ付き電流バッファCB 1 ~ CB nは上記直流電源供給手段の出力端の直流電源電圧を受けて1:1の電圧増幅で電流バッファして出力するものであり、且つ出力端は電流の測定レンジの切替を行う外部からの制御信号により電氣的にON/OFF制御できるものであり、

上記切換スイッチ20は上記複数n個の第1スイッチ付き電流バッファCB 1 ~ CB nの出力端からの電圧信号を受けて、測定レンジに基づいて選択した選択信号V cを電位差測定手段へ供給するn入力1出力のアナログセクタであり、

上記電位差測定手段は入力として受ける2本の電圧信号の一方が上記切換スイッチ20からの選択信号V cであり、他方が上記抵抗を介して負荷装置へ供給する負荷装置端V dであり、前記両端の電位差を受けてこれに対応して量子化変換したコードデータを出力するものであり、

以上を具備することを特徴とする電流レンジ切換装置がある。

【0014】

次に、第3の解決手段を示す。ここで第4図(b)は、本発明に係る解決手段を示している。

負荷装置へ所定の電圧を印加して負荷装置へ流れる広範な電流量を測定する電流レンジ切換装置であって、直流電源供給手段と電流レンジ切替手段と電位差測定手段とを備え、

上記直流電源供給手段は負荷装置へ所定の直流電源電圧を供給するものであり、

上記電流レンジ切替手段は電流の測定レンジに対応した複数 n 個の抵抗 $R_1 \sim R_n$ と複数 n 個の第1スイッチ付き電流バッファ $CB_1 \sim CB_n$ と複数 n 個の第2スイッチ付き電流バッファ $CB_{31} \sim CB_{3n}$ とを備え、

上記複数 n 個の抵抗 $R_1 \sim R_n$ は電流の測定レンジの切替に対応して何れかが選択的に接続されて上記直流電源供給手段と負荷装置との間に流れる電流量に比例した電圧信号に変換するものであり、

上記複数 n 個の第2スイッチ付き電流バッファ $CB_{31} \sim CB_{3n}$ はその出力端同士は接続され、上記複数 n 個の第1スイッチ付き電流バッファ $CB_1 \sim CB_n$ の出力端から複数 n の電圧信号を受けて、電流の測定レンジの切替に基づいてON/OFF制御されて選択出力する何れかの前記電圧信号 V_c を電位差測定手段へ供給するものであり、

上記電位差測定手段は入力として受ける2本の電圧信号の一方が上記複数 n 個の第2スイッチ付き電流バッファ $CB_{31} \sim CB_{3n}$ からの電圧信号 V_c であり、他方が上記抵抗を介して負荷装置へ供給する負荷装置端 V_d であり、前記両端の電位差を受けて前記電位差に対応して量子化変換したコードデータを出力するものであり、

以上を具備することを特徴とする電流レンジ切換装置がある。

【0015】

次に、第4の解決手段を示す。ここで第6図は、本発明に係る解決手段を示している。

負荷装置へ所定の電圧を印加して負荷装置へ流れる広範な電流量を測定する電

流レンジ切換装置であって、直流電源供給手段と電流レンジ切替手段と電位差測定手段とを備え、

上記直流電源供給手段は負荷装置へ所定の直流電源電圧を供給するものであり

上記電流レンジ切替手段は電流の測定レンジに対応した複数 n 個の抵抗 $R_1 \sim R_n$ と複数 n 個の演算増幅器 $A_{31} \sim A_{3n}$ と複数 n 個のスイッチ付き電流バッファ $CB_1 \sim CB_n$ とを備え、

上記複数 n 個の抵抗 $R_1 \sim R_n$ は電流の測定レンジの切替に対応して何れかが選択的に接続されて上記直流電源供給手段と負荷装置との間に流れる電流量に比例した電圧信号に変換するものであり、

上記複数 n 個の演算増幅器 $A_{31} \sim A_{3n}$ は正入力端が上記直流電源供給手段からの直流電源電圧を受け、負入力端が対応するスイッチ付き電流バッファ $CB_1 \sim CB_n$ の出力端から出力される演算増幅出力電圧 $V_{a1} \sim V_{an}$ を受けて、上記演算増幅出力電圧が上記直流電源電圧と一致するように帰還制御するものであり、

上記複数 n 個のスイッチ付き電流バッファ $CB_1 \sim CB_n$ は上記直流電源供給手段の出力端の直流電源電圧を受けて 1:1 の電圧増幅で電流バッファして出力するものであり、且つ出力端は電流の測定レンジの切替を行う外部からの制御信号により電氣的に ON/OFF 制御できるものであり、

上記電位差測定手段は入力として受ける 2 本の電圧信号の一方が上記直流電源供給手段の出力端 V_c であり、他方が上記抵抗を介して負荷装置へ供給する負荷装置端 V_d であり、前記両端の電位差を受けてこれに対応して量子化変換したコードデータを出力するものであり、

以上を具備することを特徴とする電流レンジ切換装置がある。

【0016】

次に、第 5 の解決手段を示す。ここで第 5 図は、本発明に係る解決手段を示している。

上記複数 n 個のスイッチ付き電流バッファ $CB_1 \sim CB_n$ の一態様は、第 1 PNP トランジスタ Q_1 と第 2 PNP トランジスタ Q_2 と第 1 定電流源 CC_1 と第

2 定電流源 CC2 と第 3 定電流源 CC3 と制御レベル変換手段 8 と第 3 PNP トランジスタ Q3 と第 5 PNP トランジスタ Q5 と第 4 NPN トランジスタ Q4 と第 6 NPN トランジスタ Q6 と第 7 PNP トランジスタ Q12 と第 8 NPN トランジスタ Q11 とを備え、

上記第 1 PNP トランジスタ Q1 と上記第 2 PNP トランジスタ Q2 とは電流スイッチとして動作し、前記両エミッタ端は定電流を与える上記第 3 定電流源 CC3 に接続されて、外部から入力される差動の差動制御信号 cnt1a、cnt1b に基づいて何れかのトランジスタに電流が切り替わる電流スイッチとして動作するものであり、

上記制御レベル変換手段 8 は上記第 1 PNP トランジスタ Q1 と上記第 2 PNP トランジスタ Q2 のコレクタ端に接続されていて、上記電流スイッチ動作に基づいて所定レベルの制御信号である 4 本の第 1 オープン信号 C1 と第 2 オープン信号 C2 と第 3 オープン信号 C3 と第 4 オープン信号 C4 とを発生するものであり、

上記第 1 定電流源 CC1 と上記第 3 PNP トランジスタ Q3 とは当該スイッチ付き電流バッファへ入力される入力電圧 Sin を受けてベース/エミッタ間の電圧 Vbe を加算付与した昇電圧信号である第 1 ベース電圧 Vb11 を出力して第 8 NPN トランジスタ Q11 のベース端へ供給するものであって、正電源 VP と第 3 PNP トランジスタのエミッタ端との間に第 1 定電流源を接続し、第 3 PNP トランジスタのコレクタ端は負電源 NP に接続し、第 1 定電流源の定電流は上記第 1 オープン信号 C1 に基づいて電流 OFF の状態に制御できるものであり、

上記第 2 定電流源 CC2 と上記第 4 NPN トランジスタ Q4 とは当該スイッチ付き電流バッファへ入力される入力電圧 Sin を受けてベース/エミッタ間の電圧 Vbe を減算付与した降電圧信号である第 2 ベース電圧 Vb12 を出力して第 7 PNP トランジスタ Q12 のベース端へ供給するものであって、負電源 NP と第 4 NPN トランジスタのエミッタ端との間に第 2 定電流源を接続し、第 4 NPN トランジスタのコレクタ端は正電源 VP に接続し、第 2 定電流源の定電流は上記第 2 オープン信号 C2 に基づいて電流 OFF の状態に制御できるものであり、

上記第 5 PNP トランジスタ Q5 は出力段の一方の第 7 PNP トランジスタ Q

12を強制的にOFF状態にバイアスするものであって、エミッタ端は正電源VPに接続し、コレクタ端は第7PNPトランジスタQ12のベース端に接続し、ベース端で受ける上記第3オープン信号C3に基づいて第7PNPトランジスタQ12のベース端を強制的にOFF状態にバイアスするものであり、

上記第6NPNトランジスタQ6は出力段の他方の第8NPNトランジスタQ11を強制的にOFF状態にバイアスするものであって、エミッタ端は負電源NPに接続し、コレクタ端は第8NPNトランジスタQ11のベース端に接続し、ベース端で受ける上記第4オープン信号C4に基づいて第8NPNトランジスタQ11のベース端を強制的にOFF状態にバイアスするものであり、

上記第7PNPトランジスタQ12と上記第8NPNトランジスタQ11とはコンプリメンタリ構成で電流バッファする出力段であり、一方の第7PNPトランジスタQ12のコレクタ端は負電源NPに接続し、ベース端は上記第2ベース電圧Vb12を受け、エミッタ端は第8NPNトランジスタQ11のエミッタ端に接続され、他方の第8NPNトランジスタQ11のコレクタ端は正電源VPに接続し、ベース端は上記第1ベース電圧Vb11を受け、エミッタ端は第7PNPトランジスタQ12のエミッタ端に接続されて当該スイッチ付き電流バッファCB1~CBnの出力端(出力電圧Vout)となり、

以上を具備することを特徴とする上述電流レンジ切換装置がある。

【0017】

次に、第6の解決手段を示す。ここで第1図(a)は、本発明に係る解決手段を示している。

上記直流電源供給手段の一態様は、DA変換器10と第1抵抗Raと第2抵抗Rbと第2演算増幅器A1とを備え、

DA変換器10は外部から負荷装置へ印加すべき所定の設定データ10dを受けて、対応する直流の基準電圧10sを発生し、これを第1抵抗Raを介して第2演算増幅器A1の負入力端へ供給するものであり、

第1抵抗Raと第2抵抗Rbと第2演算増幅器A1とは帰還制御に基づき所定の電圧を負荷装置へ供給する反転増幅構成であって、上記基準電圧10sを第1抵抗Raを介して第2演算増幅器A1の負入力端へ供給し、負荷装置の供給端が

らの電圧信号を上記第2抵抗 R_b を介して第2演算増幅器A1の負入力端へ供給し、前記に基づいて出力端から発生する直流電圧を上記電流レンジ切替手段へ供給するものである、ことを特徴とする上述電流レンジ切換装置がある。

【0018】

次に、第7の解決手段を示す。

上記課題を解決するために、半導体試験装置に適用する電圧印加電流測定装置において、

被試験デバイス(DUT)を負荷装置として、上述電流レンジ切換装置を備える、ことを特徴とする半導体試験装置の電圧印加電流測定装置がある。

【0019】

尚、本願発明手段は、所望により、上記解決手段における各要素手段を適宜組み合わせ、実用可能な他の構成手段としても良い。また、上記各要素に付与されている符号は、発明の実施の形態等に表示されている符号に対応するものの、これに限定するものではなく、実用可能な他の均等物を適用した構成手段としても良い。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下に本発明を適用した実施の形態の一例を図面を参照しながら説明する。また、以下の実施の形態の説明内容によって特許請求の範囲を限定するものではないし、更に、実施の形態で説明されている要素や接続関係等が解決手段に必須であるとは限らない。更に、実施の形態で説明されている要素や接続関係等の形容／形態は、一例でありその形容／形態内容のみに限定するものではない。

【0021】

本発明について、図3～図6を参照して以下に説明する。尚、従来構成に対応する要素は同一符号を付し、また必要がない限り同一符号の要素は説明を省略する。

【0022】

本願の電流レンジ切換部の回路構成は、図3(a)に示すように、複数 n 個のスイッチ付き電流バッファCB1～CB n と、直列抵抗 R_1 ～ R_n とを備える。

尚、直列抵抗 $R_1 \sim R_n$ は従来と同一要素である。

【0023】

スイッチ付き電流バッファCB1は、外部の制御信号cnt1により出力端をオープン状態に制御することが可能な電流バッファであり、対応する直列抵抗 R_1 を直列接続している。

【0024】

この内部構成は図3(b)に示すように、前段部11と、出力段12とを備える。

前段部11は、電流バッファをし、外部の制御信号cnt1により出力段12をON/OFF制御する前段部である。

出力段12は、コンプリメンタリ構成のトランジスタ出力段であり、外部の制御信号cnt1に基づいてハイインピーダンス状態にON/OFF制御できる。

【0025】

図5はスイッチ付き電流バッファCB1の前段部11と出力段12の具体的な回路構成例である。前段部11には差動トランジスタQ1、Q2と定電流源CC1、CC2、CC3と、制御レベル変換手段8と、PNPトランジスタQ3、Q5と、NPNトランジスタQ4、Q6とを備える。出力段12にはPNPトランジスタQ12と、NPNトランジスタQ11とを備える。電源は正電源VPと負電源NPを使用する。外部からの制御信号cnt1は差動制御信号cnt1a、cnt1bを供給する場合と仮定する。

【0026】

PNPトランジスタQ3は定電流源CC1に基づいて一定電流が流れるので、出力となる第1ベース電圧Vb11は入力電圧Sinよりベース/エミッタ間の電圧(約0.6V)高い電圧となり、これがNPNトランジスタQ11のベース入力端へ供給される。

同様にして、NPNトランジスタQ4は定電流源CC2に基づいて一定電流が流れるので、出力となる第2ベース電圧Vb12は入力電圧Sinよりベース/エミッタ間の電圧(約0.6V)低い電圧となり、これがPNPトランジスタQ12のベース入力端へ供給される。

NPNトランジスタQ11とPNPトランジスタQ12とはコンプリメンタリ構成の出力段となっていて、上記第1ベース電圧 V_{b11} と第2ベース電圧 V_{b12} とに基づいて両トランジスタは常に能動状態にバイアスされた状態で動作する。従って、入力電圧 S_{in} を受けて、1:1の電流バッファした出力電圧 V_{out} が出力される。

【0027】

制御レベル変換手段8は外部の制御信号 c_{nt1} に基づいて出力段12をOFF状態に制御する4本のオープン信号C1、C2、C3、C4を発生するものであって、一方の差動制御信号 c_{nt1b} には例えば固定した1.5Vを供給し、他方の差動制御信号 c_{nt1a} には0V/3Vの制御信号を与える。この結果、差動トランジスタQ1、Q2の電流が反転動作するので、この反転動作に基づいて所望の制御レベルのオープン信号C1、C2、C3、C4を発生する。

【0028】

第1のオープン信号C1が有効になると定電流源CC1の一定電流をOFF状態に制御する。第2のオープン信号C2が有効になると定電流源CC2の一定電流をOFF状態に制御する。

第3のオープン信号C3が有効になるとPNPトランジスタQ5をON状態に制御して、一方のPNPトランジスタQ12が強制的にOFF状態にバイアスされる。この結果、出力電圧 V_{out} が正電源VPから負電源NPまでの如何なる電圧範囲にあってもハイインピーダンスにでき、オープン状態を維持できる。

第4のオープン信号C4が有効になるとNPNトランジスタQ6をON状態に制御して、他方のNPNトランジスタQ11が強制的にOFF状態にバイアスされる。この結果、出力電圧 V_{out} が正電源VPから負電源NPまでの如何なる電圧範囲にあってもハイインピーダンスにでき、オープン状態を維持できる。

【0029】

従って、第1に出力段12を能動状態（ON状態）としたいときは、最終段のNPNトランジスタQ11とPNPトランジスタQ12とを能動状態にバイアスされる必要があるから、定電流源CC1、CC2が能動状態となるようにオープン信号C1、C2を制御し、且つ、PNPトランジスタQ5とNPNトランジス

タQ6とをOFF状態に制御する。これによれば、PNPトランジスタQ3とNPNトランジスタQ11のベース／エミッタ間の電圧降下は両者の相殺によって入力電圧 S_{in} に対応した電流バッファされた出力電圧 V_{out} が出力できる。同様に、NPNトランジスタQ4とPNPトランジスタQ12のベース／エミッタ間の電圧降下は両者の相殺によって入力電圧 S_{in} に対応した出力電圧 V_{out} が出力できる。即ち、通常の電流バッファとして機能する。ここで、前記トランジスタのベース／エミッタ間の電圧降下の製造ばらつきを無くする為に、同一のIC上に形成することが望ましい。従って、出力電圧 V_{out} は入力電圧 S_{in} に対して実用上同電位と見なすことができる。

【0030】

第2に出力段12をオープン状態（OFF状態）としたいときは、最終段のNPNトランジスタQ11とPNPトランジスタQ12とを完全に逆バイアス状態に制御する必要があるから、定電流源CC1、CC2がOFF状態となるようにオープン信号C1、C2を制御し、且つ、PNPトランジスタQ5とNPNトランジスタQ6とをON状態に制御する。これによれば、出力電圧 V_{out} の出力端と出力段12との回路間において、電氣的に完全に切り離されたオープン状態となる。ここで、NPNトランジスタQ11とPNPトランジスタQ12とはベース／エミッタ間の逆電圧バイアスに対してリーク電流が生じないような耐圧を備えたトランジスタを適用する。

【0031】

従って、上述した図3（b）のスイッチ付き電流バッファCB1を適用して図3（a）に示すレンジ切換部210を構成することができる。これにより、外部の制御信号 $cnt1 \sim cntn$ によって所望の直列抵抗 $R1 \sim Rn \rightarrow DUT$ の負荷電流を流し、前記直列抵抗に基づいて検出される出力側電圧 V_a と負荷側電圧 V_b の両電圧信号を電位差測定部150へ供給することで各レンジ毎の電流が測定できることとなる。これら回路構成要素はIC化若しくはMCM化が可能な構成要素である結果、大幅な小型化が実現できる。またON／OFF制御のセットリング時間は数 μ 秒未満であるからして従来に対比して格段に高速に切り替え可能となる利点も得られる。更に、ON／OFF制御に必要となる駆動電流は微少

で済む利点が得られる。

【0032】

次に、図4(a)は本願の電流レンジ切換部の他の回路構成例である。これは、スイッチ付き電流バッファCB1～CBnの各入出力間で負荷電流量の変化に伴って発生する微小な電位差変動が測定誤差に影響するのを解消する構成例である。この構成要素は、複数n個のスイッチ付き電流バッファCB1～CBnと、直列抵抗R1～Rnと、切換スイッチ20とを備える。ここで、スイッチ付き電流バッファCB1～CBnと直列抵抗R1～Rnとは上述図3と同一要素であるので説明を省略する。

切換スイッチ20は、各直列抵抗R1～Rnの一端の電圧信号を受けて、制御信号cnt1～cntnに基づいて何れかに選択切り替えて出力するIC化が可能なスイッチである。

上述した図4(a)の構成によれば、スイッチ付き電流バッファCB1～CBnの各入出力間で負荷電流量の変化に伴って発生する微小な電位差変動の影響を受けないで測定できる利点がある。

【0033】

次に、図4(b)は本願の電流レンジ切換部の他の回路構成例である。これは、スイッチ付き電流バッファCB1～CBnの各入出力間で負荷電流量の変化に伴って発生する微小な電位差変動が測定誤差に影響するのを解消する構成例である。この構成要素は、複数n個のスイッチ付き電流バッファCB1～CBnと、直列抵抗R1～Rnと、複数n個のスイッチ付きバッファCB31～CB3nとを備える。

スイッチ付きバッファCB31～CB3nは電圧信号を伝送するスイッチであって、上述した図5に示すスイッチ付き電流バッファCB1と基本的には同一の内部構成である。但し、電位差測定部150がハイインピーダンスで受けるので、電流バッファする必要が無く、電圧信号の伝送のみで良い。従って、上述したスイッチ付き電流バッファCB1～CBnのように電圧ドロップする誤差要因は無い。

上述した図4(b)の構成によれば、スイッチ付き電流バッファCB1～CB

n の各入出力間で負荷電流量の変化に伴って発生する微小な電位差変動の影響を受けずに測定できる利点がある。

【0034】

尚、本発明の技術的思想は、上述実施の形態の具体構成例、接続形態例に限定されるものではない。更に、本発明の技術的思想に基づき、上述実施の形態を適宜変形して広汎に応用してもよい。

例えば、図3(a)に示す構成においてスイッチ付き電流バッファCB1～CBnの挿入に伴う測定誤差要因が無視出来ない場合には、所望により校正（キャリブレーション）機能を追加して備えても良い。即ち、直列抵抗R1～Rnや電位差測定部150を含む測定系の各種バラツキを校正する為に、予め各レンジ毎に複数ポイントで既知電流を流して電位差測定部150で測定し、得られた測定データが既知電流値と相関するように、リニアリティ補正量やオフセット補正量を予め求めて保存しておく。そして実際の未知の電流を測定した都度、保存しておいた補正量を適用して補正演算処理する。これによれば、スイッチ付き電流バッファCB1～CBnを含む測定系の各種バラツキに伴う誤差要因が実用的に相殺でき、精度の良い測定結果が得られ、また部品のバラツキや経時変化も相殺できる利点が見られる。

【0035】

また、上述図3の構成例では、スイッチ付き電流バッファCB1～CBnを使用する具体例で説明していたが、所望により図6に示すレンジ切換部210bとしても良い。これは、演算増幅器A31～A3nと、スイッチ付き電流バッファCB1～CBnと、直列抵抗R1～Rnとで構成している。但し、演算増幅器A31～A3nの入力端はハイインピーダンスで測定に支障とならないものを適用する。この場合には演算増幅器A31～A3nにより各スイッチ付き電流バッファCB1～CBnの出力端の出力電圧V_{a1}～V_{an}は入出力される電圧V_aと一致するように帰還制御される結果、スイッチ付き電流バッファCB1～CBnの個々の出力電圧誤差要因が解消できる利点が見られる。

【0036】

【発明の効果】

本発明は、上述の説明内容からして、下記に記載される効果を奏する。

上述した本発明の構成によれば、IC化若しくはMCM化が可能な構成要素で実現できる大きな利点が得られ、また大幅な小型化が実現できる。

また、ON/OFF制御のセットリング時間は数 μ 秒未満であるからして従来に対比して格段に高速に切り替え可能となる利点も得られる。特に、多数チャンネル備える必要性のある半導体試験装置の電圧印加電流測定装置に適用した場合には、DC試験項目におけるデバイス試験のスループットが向上できる大きな利点が得られる。更に、ON/OFF制御に必要となる駆動電流は微少で済む利点も得られる。

従って、本発明の技術的効果は大であり、産業上の経済効果も大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の、電圧印加電流測定回路で使用される構成例と、電流測定部100の原理構成図と、レンジ切換部110の具体的な構成例である。

【図2】電位差測定部150の内部回路構成の一例である。

【図3】本発明の、電流レンジ切換部の回路構成例と、1つのスイッチ付き電流バッファCB1の原理構成図である。

【図4】本発明の、電流レンジ切換部の他の回路構成例である。

【図5】本発明の、スイッチ付き電流バッファCB1の前段部11と出力段12の具体的な回路構成例である。

【図6】本発明の、電流レンジ切換部の他の回路構成例である。

【符号の説明】

A1, A31~A3n 演算増幅器

CB1~CBn 電流バッファ

CC1, CC2, CC3 定電流源

Q1, Q2 差動トランジスタ

R1~Rn 直列抵抗

SW1~SWn スイッチ手段

CB31~CB3n スイッチ付きバッファ

Q3, Q5, Q12 PNPトランジスタ

Q 4, Q 6, Q 1 1 N P N トランジスタ

8 制御レベル変換手段

1 0 D A 変換器

1 1 前段部

1 2 出力段

2 0 切換スイッチ

1 0 0 電流測定部

1 1 0, 2 1 0, 2 1 0 b レンジ切換部

1 5 0 電位差測定部

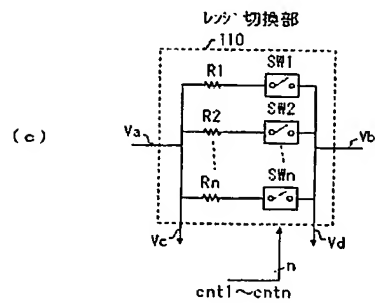
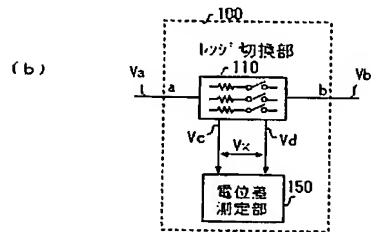
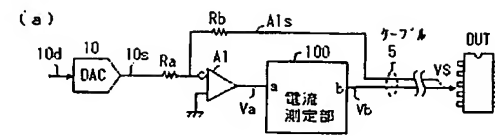
D U T 被試験デバイス

R a, R b 抵抗

【書類名】 図面

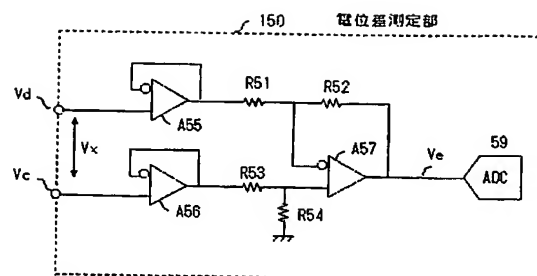
【図 1】

【図 1】

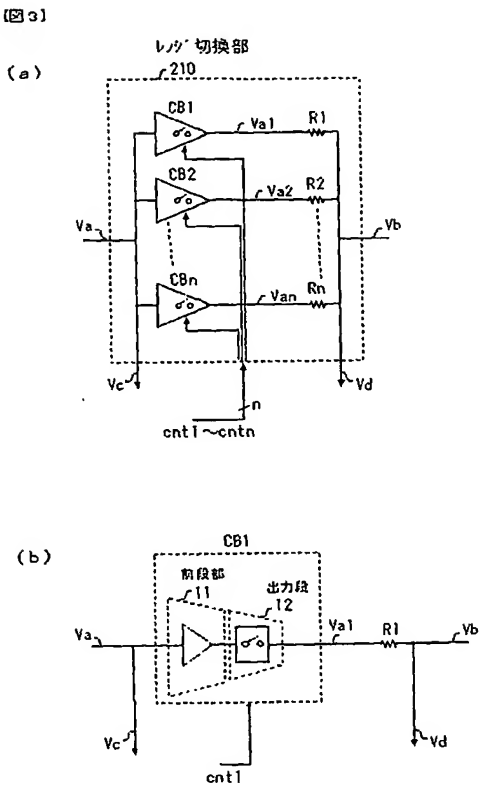


【図 2】

【図 2】



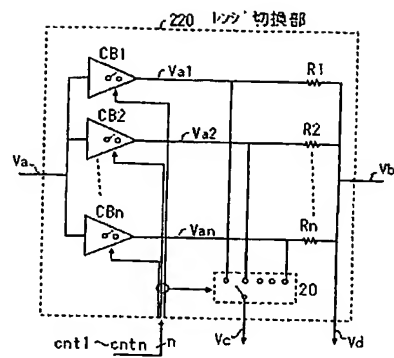
【図3】



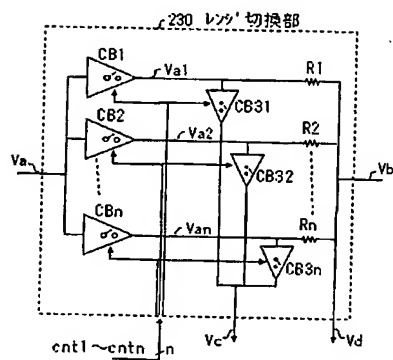
【図 4】

【図 4】

(a)

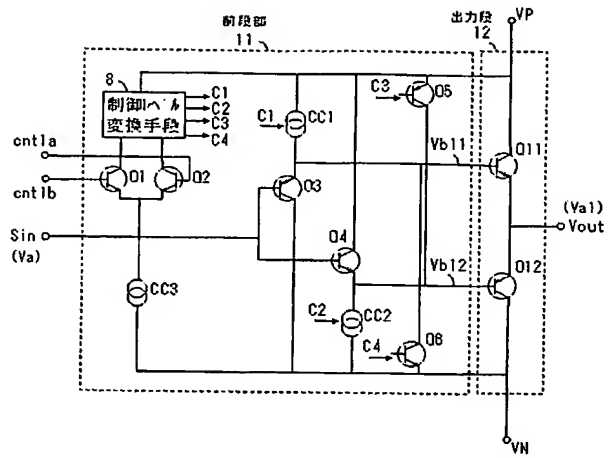


(b)



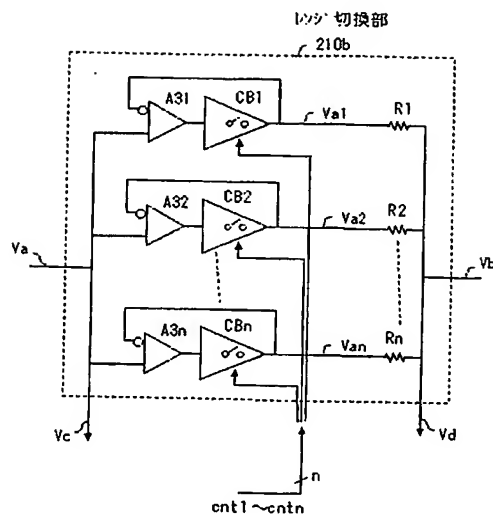
【図 5】

【図 6】



【図 6】

(図 6)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電流レンジ切換装置及び半導体試験装置の電圧印加電流測定装置を提供する。

【解決手段】 電流レンジ切替手段は電流の測定レンジに対応した複数 n 個の抵抗と複数 n 個のスイッチ付き電流バッファとを備え、複数 n 個の抵抗は電流の測定レンジの切替に対応して何れかが選択的に接続されて直流電源供給手段と負荷装置との間に流れる電流量に比例した電圧信号に変換するものであり、複数 n 個のスイッチ付き電流バッファは直流電源供給手段の出力端の直流電源電圧を受けて 1:1 の電圧増幅で電流バッファして出力するものであり、且つ出力端は電流の測定レンジの切替を行う外部からの制御信号により電氣的に ON/OFF 制御できるものであり、電位差測定手段は入力として受ける 2 本の電圧信号の一方が直流電源供給手段の出力端であり、他方が抵抗を介して負荷装置へ供給する負荷装置端である。

【選択図】 図 3

認定 - 付加情報

特許出願の番号	特願 2002-359183
受付番号	50201874636
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年12月12日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年12月11日
-------	-------------

次頁無

出証特 2003-3112354

特願 2002-359183

ページ: 1/E

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[390005175]

1. 変更年月日

1990年10月15日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都練馬区旭町1丁目32番1号

氏 名

株式会社アドバンテスト

出証番号 出証特2003-3112354